

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-38901

⑤Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

④公開 平成3年(1991)2月20日

H 01 Q 25/00  
3/24  
3/30  
3/40  
21/06

7402-5 J  
7402-5 J  
7402-5 J  
7402-5 J  
7402-5 J

審査請求 未請求 請求項の数 10 (全12頁)

⑥発明の名称 多重ビームアレーアンテナ

②特 願 平2-164373

②出 願 平2(1990)6月25日

優先権主張 ②1989年6月29日③米国(US)③373,793

⑦発 明 者 アジェイ イバラバリ アメリカ合衆国 コロラド州 80026 ラフアイエツト、  
スリーニイバス ドリツク ドライブ 1267  
⑦出 願 人 ボール コーポレイシ アメリカ合衆国 インディアナ州 47302 マンシー サ  
ヨン ウス ハイ ストリート 345  
⑦代 理 人 弁理士 鈴木 昌明 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

多重ビームアレーアンテナ

## 2. 特許請求の範囲

1) アンテナ手段と、入力送信信号を受けて前記アンテナ手段にビーム形成送信信号を供給するビーム形成手段とを備え、前記ビーム形成手段は、前記アンテナ手段のいずれかが前記送信ビームの各々の形成に寄与するかを確立するための第1の手段と、前記送信ビームに前記アンテナ手段が寄与する相対出力を確立するための第2の手段とを有し、前記アンテナは少なくとも二つの送信ビームを同時に送信することが可能であり、且つ少なくとも二つの前記アンテナ手段が前記送信ビームの少なくとも一つの形成に寄与する、少なくとも二つの送信ビームを送信する多重ビームアンテナ。

2) 前記第1の手段及び第2の手段は、前記入力送信信号を送信サブ信号に分割するための分割手段と、前記送信サブ信号の相対位相を制御するための整相手段と、前記送信サブ信号の相対出力

を制御するための加重手段と、前記送信サブ信号を組合せて前記ビーム形成送信信号を供給する組合せ手段とを有する請求項1に記載の多重ビームアンテナ。

3) 前記送信ビームの各々に対応する分離入力送信信号が供給され、分離出力分割手段と相互連結整相手段が備えられて前記分離入力送信信号の各々を受け、分離加重手段と相互連結手段が備えられて前記ビーム形成送信信号の各々を供給する請求項2に記載の多重ビームアンテナ。

4) 前記分離出力分割手段と相互連結整相手段、並びに前記分離加重手段と相互連結手段が相互に連結されてマトリックスを形成している請求項3に記載の多重ビームアンテナ。

5) 前記分離入力送信信号の各々の出力を確立するための出力手段を備えた請求項3に記載の多重ビームアンテナ。

6) 前記ビーム形成送信信号を増幅するための増幅手段を備えた請求項3に記載の多重ビームアンテナ。

7) 前記アンテナ手段の各々がアンテナ素子のアレーを構成している請求項1に記載の多重ビームアンテナ。

8) アンテナ手段と、入力受信信号を前記アンテナ手段から受けてビーム形成受信信号を供給するためのビーム形成手段とを備え、前記ビーム形成手段は、前記アンテナ手段のいずれかが前記ビーム形成受信信号の各々の形成に寄与するかを確立するための第1の手段と、前記アンテナ手段が前記ビーム形成受信信号に寄与する相対出力を確立するための第2の手段とを有し、前記アンテナは、少くとも二つの受信ビームを同時に受信することが可能であり、且つ少くとも二つのアンテナ手段が前記ビーム形成受信信号の少くとも一つの形成に寄与する、少くとも二つの受信ビームを受信する多重ビームアンテナ。

9) 前記第1の手段及び第2の手段は、前記入力受信信号を受信サブ信号に分割するための分割手段と、前記受信サブ信号の相対出力を制御するための加重手段と、前記受信サブ信号用の相対位

相を制御するための整相手段と、前記受信サブ信号を組合せ、前記ビーム形成受信信号を供給するための組合せ手段とを有する請求項8に記載の多重ビームアンテナ。

10) 各受信ビームに対応する分離入力受信信号と、前記分離入力受信信号の各々を受信するための分離出力分割手段及び相互連結加重手段と、前記ビーム形成受信信号の各々を供給する分離整相手段及び相互連結手段とを備えた請求項9に記載の多重ビームアンテナ。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は多重ビーム操作に特に適合したアンテナに関し、更に詳述すれば、変動する利得、指向性または周波数の多数ビームを同時に送信または受信することが可能な多重ビームアレーアンテナに関する。このアンテナは空間、重量、構成部品並びに高効率のビーム形成手段による出力条件を最小にし、各種の衛星並びにその他の通信関連の応用に有利に利用されることが出来る。

#### 〔従来の技術〕

2つまたはそれ以上のビームを同時に送信／並びに／或いは受信することが次第に要望されるようになってきている。例えば、衛星ケーブル通信の出現によつて、単一の地上基地アンテナを使用して多重信号を同時に送信並びに／或いは受信することに関する関心が高まりつつある。この関心は固定反射器や多重離散送給を利用した幾つかの地上ベースの多重ビームアンテナ構造の発達を促してきた。3つの通常使用されている多重ビーム地上基地アンテナは、球面形反射アンテナ、トランスアンテナとオフセット送給パラボラアンテナ並びにオフセット送給カセグレンアンテナである。

衛星通信の将来の可能性並びに有用性が増加するにつれて、衛星操作を統合する必要性も増加してきた。さらに詳述すれば、衛星アンテナ配置が固定式並びに移動式地上基地の両方を含め多重ビームを幾つかの地上基地に、そしてそこから同時に受信並びに／或いは送信する機能を有することが強く要望されている。

主として空間、重量、機械的に複雑なビーム分離並びに安定性重視の理由から、上記の地上基地アンテナは、多重ビーム衛星の応用面ではあまり広く利用されておらず、手軽な双極子アンテナなどの多重アンテナ素子を利用した配列が発達してきた。

このように衛星アンテナでは、アンテナ素子は概して協調し合うので、多重アレーの利用によつて多重ビーム操作を達成させることが可能である。この比較的新しい分野の試みでの進展にも拘らず、システムの弾力化並びに性能の最大化に向かつて更に空間、重量並びに複合条件を最小化する目標は依然として残されている。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

従つて、本発明は衛星アンテナシステムにおいて、多重ビーム操作が独自のアンテナ配列の採用によつて達成され、この中で2つまたはそれ以上のアンテナアレーが選択的に使用されて、1つまたはそれ以上のビームの同時送信並びに／或いは受信に同時に寄与するアンテナを提供する。技術

上の熟達者には明らかな通り、このような配列はシステムの弾力性並びに性能の最適化を図りながら、空間、重量そして構成部品条件の最小化を考慮している。

〔発明の要約〕

送信の立場から考えると、本発明の多重ビームアンテナは、アンテナ手段並びに入力送信信号を受けてビーム形成送信信号をアンテナ手段に供給するためのビーム形成手段とから構成されている。このアンテナ手段並びにビーム形成手段は、アンテナが同時に少なくとも2つの送信ビームを送信し、その中で少なくとも2つのアンテナ手段が、このような送信ビームの少なくとも1つの形成に寄与することが出来るように備えられている。ビーム形成手段は、一般的にアンテナ手段のいずれかが送信ビームの各々の形成に寄与するかを確立するための手段を含んでおり、更にアンテナ手段の送信ビームへ寄与する相対出力を確立するための手段も含んでいる。

好適な実施例に於いて、送信ビームの各々に対

アンテナ手段から受信し且つ処理される受信ビームの各々に対応するビーム形成受信信号を供給するためのビーム形成手段とから構成されている。アンテナ手段並びにビーム形成手段は、アンテナが少なくとも2つの受信ビームを同時に受信し且つそれに対応する少なくとも2つのビーム形成受信信号を供給し、その中で少なくとも2つのアンテナ手段が、そのようなビーム形成受信信号の少なくとも1つの形成に寄与することが出来るように備えられている。ビーム形成手段は、アンテナ手段のいずれがビーム形成受信信号の各々の形成に寄与するかを確立するための手段を通常含んでおり、また更にアンテナ手段のビーム形成受信信号に対して寄与する相対出力の確立のための手段も含んでいる。

好適な実施例に於いて、ビーム形成手段は、入力受信信号の各々を受信する分離分割の相互連結加重手段並びにビーム形成受信信号の各々を供給する分離整相の相互連結組合せ手段とから構成されている。ビーム形成手段のこのような構成部品

応する分離入力送信信号がビーム形成手段に供給される。

更に、ビーム形成手段は、分離入力送信信号の各々を受信する分離出力分割手段と、相互連結整相手段並びにビーム形成送信信号の各々を供給する分離加重手段と、相互連結組合せ手段とから構成されている。ビーム形成手段のこのような構成部品は、相互に連結されてマトリックス構造を形成している。

好適な実施例に於いて、またビーム形成手段に供給される分離入力送信信号の各々の出力を確立するための出力手段を含むことが好ましい。加えて、増幅手段はビーム形成送信信号を増幅するために、ビーム形成手段とアンテナ手段との間に介在させることがある。最後に、アンテナ手段の各々が熟慮されてアンテナ素子のアレーを含めることができれば有利であることは、技術上の熟達者であれば、明らかなことである。

受信の立場から考えると、本発明の多重ビームアンテナは、アンテナ手段と、入力受信信号をア

レは相互に連結されてマトリックス構造を形成している。

好適な実施例に於いて、またアンテナ素子のアレーを利用して、アンテナ手段の各々を形成し、増幅手段をアンテナ手段とビーム形成手段との間に介在させることが好ましい。加えて、処理手段がビーム形成手段受信信号を処理するのに利用される。

送信と受信の双方の立場から考えて、上記の送信アンテナ並びに受信アンテナは、統合されてアンテナ手段とビーム形成手段の二重使用を達成することが可能である。このような適用の場合、送信ビーム向け周波数レンジと受信ビーム向け周波数レンジは実質的に重複しない。好適な実施例に於いて、識別手段がアンテナ手段とビーム形成手段との間に介在されて、ビーム形成送信信号と入力受信信号との間を識別することが可能である。

本発明の数多くの利点は技術上の熟達者によって正当に評価されるであろう。

本発明の主要な利点は、空間、重量並びに構成

部品条件を最小に抑えながら、精度と精密さを促進させながら、多重ビームの送受信の受入れを可能にしていることである。アンテナの構造的理由から、このアンテナは操作上で特に融通性が高く、相対的に多数のビーム数のみならず少数のビーム数でも同等に送受信が可能である。このアンテナは衛星支持構造物上で、使用するのによく適合している。

更に詳述すると、本発明のアンテナサブアレーは、複合的に機能して多重ビームを供給し、その結果、空間、コスト並びに構成部品の低減の他に操作上の効率化が実現される。即ち放射素子を一緒に予じめ決定した数の連携サブアレーに寄せ集めることによつて、送給構成部品条件並びにアンテナ重量や複雑性およびその他に出力消費が著しく低減される。

本発明のもう一つの利点は、ビーム形成手段がその能力による操作性を強化し、高レベルの利得および指向性を処理するビームを弾力的且つ効率的に形成することである。即ち、このビーム形成

手段は、望ましいレベルの位相並びに振幅を各ビームに分け与えるために進んで供給されている回路を備えている。従つて、各ビームは指定領域上の望ましい地理的有効範囲並びに指定領域の各々に関する望ましいレベルのビーム振幅が達成されることが可能である。

本発明のもう一つの利点は、ビームを送信並びに／あるいは受信する分離アンテナ手段（例えば、アンテナ素子アレー）を使用することによつて、多重ビーム反射アンテナによつて通常課せられるビーム分離制約条件が実質的に回避されることである。

本発明の更にもう一つの利点は、ビーム形成手段とサブアレーをインターフェースで接続する構成部品が設けられ、出力消費の低減の結果、最適な信号処理並びに有意なコスト節減を提供していることである。更に詳述すると、ビーム送信の場合に関して、増幅器をビーム形成手段の“下流”に置くことは、増幅器がビーム形成手段の“上流”に置かれた場合に比べて、有意的により小さな振

幅での信号の処理を可能にしている。冗長性切換、線形化並びに帯域濾波は、更に処理上の信頼性を高め、望みの周波数の正規の加重信号が達成されることを保証している。

更に本発明の利点は、ビームの送受信が同時に実施出来ることである。同時操作は一つの周波数帯域で送信し、もう一つの周波数帯域で受信することによつて達成される。一つの好適な実施例に於いて、同時操作は一つのアレーを使用することによつて実現し、その結果、構成部品やコストを更に低減することを考慮している。

本発明のこれらの特徴、利点並びに目的は、次に示した明細書、クレーム並びに添付図面を引用することによつて、技術上の熟練者により更に理解が深められ、正当な評価が与えられる。

#### 〔実施例〕

明細書の用語のうちで、“上部”、“下部”、“右”、“左”、“背面”、“前面”、“垂直”、“水平”、並びにこれらの派生語は、本発明を説明するもので、添付図面の説明でも使用されてい

る。然し乍ら、本発明では明確にそうでないことを特定しない限り、これらの用語によつて、方向を限定するものではない。また添付図面に図示され、明細書の中で記述された特定装置は、添付クレームで定められた発明概念を模範的に示した実施例に過ぎない。それ故にこの中で開示された実施例に関する特定寸法やその他の物理特性は、自らの言葉で明確にそうでないとクレームに述べていない限り、規制事項とはみなさないものとする。

第1図において符号10は、本発明の実施例に係る多重ビーム平面アレーアンテナを示している。平面アレーアンテナ10は、図示した通信衛星12のように、衛星向け用途に特に適合している。このようなアンテナ10は、一例として地上ベースの固定式並びに／または移動式基地を備えた通信用として使用されることが出来る。本例では、衛星12は、米国のような地上の特別地域の上空に位置された静止衛星である。

通常の衛星の場合と同様に、衛星12（第1図及び第2図）は、ブースタ16及びソーラーパネ

ル18と相互連結した本体14を備えている。

本例では、送信パネル20並びに受信パネル22を含むアンテナ10が、本体14の前面に搭載されている。パネル20とパネル22は、ヒンジ24を介して結合されている。好適な実施例において、パネルとパネル22(第2図)は、衛星12の発進前は折り重ねられている。然し一担空中に発射された後に、切換え装置が働いて、パネル20とパネル22は実質的に一体化する。更に詳細に下に記述するとおり、パネル20とパネル22は単一パネルに合体され、それによつて送受信が実施される。送受信ビーム用のアンテナ10の回路は、第3図と第4図に概略図で示されている。技術上の熟練者によつて正当に評価される通り、従来のハードウェアを利用してこの回路を作ることが可能であり、このハードウェアを本体14の前面部に最も近く搭載することが出来る。

パネル20とパネル22は同様な構造をしている。第2図に示すように、送信パネル20は、受け板30上に搭載された送信アンテナアレー28

を含み、この受け板は例えばアルミハニカム構造物でつくられる。好適な実施例において、送信アンテナアレー28は、円形で且つマイクロストリップの構造を有する。更に、アンテナアレー28は、離散送信サブアレー32に小分割され、その各々は、予め計画された数のマイクロストリップアンテナ素子を含んでいる。一例として、マイクロストリップ素子の各々は、コーナーに送給され、ほぼ正方形をなしており、その結果偏波を発生する。

アレー配列の特徴として、送信サブアレー32の各々のアンテナ素子は、送信サブアレー32からの集成的送信輻射に寄与することができる。然し乍ら、更に詳細に以下に説明するように、ここで特に重要なことは、送信サブアレー32の任意の一つから発生することの出来る輻射パターンは、任意の一つのビームを形成するため、あるいはアンテナ10によつて送信される全てのビームに寄与するために機能する必要はない。

より正確にいうと、送信サブアレー32の二つ

又はそれ以上の輻射パターンは、変動する周波数、利得ならびに／あるいは指向性の一つ又はそれ以上のビームを送信ならびに／あるいは受信するのに、同時的に且つ選択的に寄与することが可能である。前に述べたとおり受信パネル22(第2図)は、送信パネル20と同様の手段により製造することが出来る。受信パネル22は、受け板42に搭載された受信サブアレー40から構成された受信アレーアセンブリ38を含んでいる。

好適な実施例において、送信はS-帯域内で実施され、一方受信はL-帯域内で実施される。他の周波数帯域でもアンテナ10の機能を変えることなく、送受信に使用されることが出来ることを十分に理解しなければならない。更に下に詳述したとおり、2つの異なる周波数帯域の使用は、送信パネル20並びに受信パネル22が一つのパネルに統合されるときにビームの同時送受信を考慮している。

第3図及び第4図には、送信アンテナシステム50ならびに受信アンテナシステム52用の回路

概略図が示されている。

第3図及び第4図は、最大 $n$ の送信サブアレー32並びに最大 $n'$ の受信サブアレー40を夫々示しており、実質的には各々に $n$ の数が使用されることが出来る。同様に、第3図及び第4図に示す回路は、最大 $m$ のビームを送信し且つ最大 $m'$ のビームを受信することが可能なものであつて、アンテナ10は、一般的に全ての数のビームを送受信することが可能であるが、アンテナ10の用途は宇宙空間用に限定される。

好適な実施例において、受信は本質的には送信の逆である。従つて、送信の場合に関連する素子類だけについて詳細に説明する。第3図に示す通り、最大 $m$ 個の送信信号が、 $m$ 個のチャンネル前置増幅器及び出力手段によつて供給される。また他の例では、ビーム形成手段56へのチャンネル54を経由した多重化装置(図示せず)によつて供給され、ビーム形成マトリックスを構成する。ビーム形成手段56の $n$ 個の出力は、ライン60を経由して冗長性切換えネットワーク58に伝達

される。

ライン61は、第一冗長性切換えネットワーク58と、リニアライザ62を相互に連結させ、増幅器63は、ライン64を経由してリニアライザ62と相互に連結されている。

リニアライザ62は、アンテナ10の操作を線形範囲に維持するのに役立つており、その結果、例えば、増幅器63からの出力は、ビーム形成手段56からの対応出力に比例している。送信システム50は非線形範囲でも操作されることが可能であるが、そのような操作の場合、従来の信号加重技術が使用され、望ましい送信が、ビーム形状マトリックス出力にตอบสนองして実現することを保証する。

増幅器63からの出力は、ライン68を経由して第二冗長性切換えネットワーク66と相互に連結される。そして一方のライン70は、第二冗長性切換えネットワーク66と帯域フィルタ72を相互に連結している。

第一冗長性切換えネットワーク58と第二冗長

性切換えネットワーク66は、共同して機能して、最大で予め計画した数(P, P)の増幅器が操作中に故障したときにも、ビーム形成手段56から出力した信号の各々が、依然受入れ可能な送信用に必要なだけ増幅される。

一つの例として、2個から4個の“バックアップ”増幅器が、増幅器63の8個毎に供給されている。Pの値はアンテナ10によつて許容できるシステム故障の量次第で様々に変化する。技術上の熟練者には十分明らかな通り、もう一つの好適な実施例において、第一冗長性切換えネットワーク58と第二冗長性切換えネットワーク66は、組合わされて受信システム52の操作に影響を及ぼすことなく一つのネットワークとして機能する。

好適な実施例において、n個の送信サブアレー32を援助するのに、n個の増幅器63を備えればよく、これによつて、空間、重量ならびに構成部品の最小化に寄与していることに注目しなければならない。加えて、最大n個の送信サブアレー32を援助するためには、最大n個の帯域フィル

タ72が使用される。帯域フィルタ72の出力は、ライン76を経由して送信パネル20の送信サブアレー32と相互に連結されている。

上述したように、受信システム52は、この受信システム52での信号の流れが送信システム50の信号の流れとは反対であることを除けば、送信システム50と同等である。従つて、受信システム52は、送信システム50と同じ順序で配備された同じ基本構成部品を含んでいる。好適な実施例において、送信パネル20と受信パネル22は分離ユニットであるから、送信サブアレー32の数は、受信サブアレー40の数と必ずしも等しくする必要はない。送受信が同じパネルで実現するもう一つの好適な実施例においてでも、送受信を達成するのに使用されるサブアレーの数は同じである必要はない。

第4図に示す実施例において、受信システム52は、最大n'個の受信サブアレー40を使用することにより、最大m'個のビームを受信するためのものである。mとnの値の場合と同様に、m'

とn'の値は、ハードウェア並びにアンテナ10の用途に関するその他の予定される制約条件によつてのみ制限される。

第4図に示すように、受信システム52は、ビーム形成手段80を含み、これは入力として最大m'のチャネル受信ライン81を有している。ビーム形成手段80は、ライン84を経由して第一冗長性切換えネットワーク82と相互に連結されており、増幅器86は、ライン88を経由して第一冗長性切換えネットワーク82と相互に連結されている。

増幅器86は、ライン94を経由して第二冗長性切換えネットワーク92に相互に連結されており、一方ライン96は、帯域フィルタ98と第二冗長性切換えネットワーク92とを相互に連結している。送信システム50の場合と同じく、第一冗長性切換えネットワーク82と第二冗長性切換えネットワーク92は、受信システム52の操作を損うことなく、単一ネットワークに組合せられることが出来る。ライン100は、受信サブアレー

ー40から帯域フィルタ98への相互連結の役目をしている。

送信システム50ならびに受信システム52の操作の中心は夫々、ビーム形成手段56ならびにビーム形成手段80である。送信システム50のビーム形成手段56は、受信システム52のビーム形成手段80と構造的に等しく、その結果、次の説明はビーム形成手段56ならびにビーム形成手段80用の構成部品と構造の説明として有用である。ビーム形成手段56が、分割／整相ネットワーク106並びに加重／組合せネットワーク108を含むことは特に重要である。第5図の例において、 $m$ 個もの分割／整相ネットワーク106は、最大 $n$ 個の加重／組合せネットワーク108と $m \times n$ 個ものマトリックス相互連結手段110を経由して、相互に連結されている。

第3図と第6図に図示したとおり、分割／整相ネットワーク106の各々は、分割回路112を含み、これは好適な実施例において、集合的分割配列であり、位相シフト手段114( $i, j$ )で

ネットワーク108の第 $n$ 番目のネットワークは、出力加重手段116( $i, j$ )のマトリックス表現法が116(1,  $n$ )から116( $m, n$ )となる。その上、加重手段116( $i, j$ )は従来の受動素子の使用によるか、あるいはマトリックス相互連結部110及び組合せ回路118の端部間に位置された種々な幅のマイクロストリップラインの使用によるかの何れかによつて実現される。一般に、加重／組合せネットワーク108の各々には、 $n$ 個の加重手段116( $i, j$ )が使用されることが出来る。

上記の配列は、送信アレー32並びに／あるいは受信アレー40の一つ、又はそれ以上が多重ビーム送信ならびに／あるいは受信に夫々選択的且つ同時に寄与することを考慮している。即ち、送信信号を選択的に分割し、位相シフトし、加重し、そして組合せることによつて、最大 $n$ 個の送信サブアレー32の各々は、最大 $m$ 個のビームの各々の送信に同時に寄与することが可能である。同時に、受信信号を選択的に分割し、加重し、位

ある。 $i$ と $j$ は任意の実数であり、従来の時間遅延手段が使用でき、分割／整相ネットワーク106の各々に整相機能を提供することができる。第6図の例において、チャンネル54を経由して入力される各信号の最大 $n$ 方向の分割は、分割回路112によつて実現される。そして各信号の望ましい位相調整は、114(1, 1)から114(1,  $n$ )までのマトリックス形状で明示されている $n$ 個もの位相シフト手段114( $i, j$ )の一つによつて各結果信号に分け与えられる。分割回路112の第 $m$ 番目の回路は、位相シフト手段114( $i, j$ )のマトリックス表示法が114( $m, 1$ )から114( $m, n$ )までとなる。

第3図と第7図に図示したとおり、加重／組合せネットワーク108の各々は、116(1, 1)から116( $m, 1$ )までのマトリックス形状で明示される出力加重手段116( $i, j$ )、並びに集合的組合せ配列である組合せ回路118を含んでいる。十分理解されなければならないが、 $i$ と $j$ は任意の実数であり、また加重／組合せネッ

トネットワーク108の第 $n$ 番目のネットワークは、出力加重手段116( $i, j$ )のマトリックス表現法が116(1,  $n$ )から116( $m, n$ )となる。その上、加重手段116( $i, j$ )は従来の受動素子の使用によるか、あるいはマトリックス相互連結部110及び組合せ回路118の端部間に位置された種々な幅のマイクロストリップラインの使用によるかの何れかによつて実現される。一般に、加重／組合せネットワーク108の各々には、 $n$ 個の加重手段116( $i, j$ )が使用されることが出来る。

操作上、送信システム50と受信システム52は、次の事項以外は全く同様な方法で操作される。即ち送信(第3図)時には、信号流れが $m$ 個のチャンネル前置増幅器(図示せず)から $n$ 個の送信サブアレー32に流れ、その結果、最大 $m$ 個のビームが送信アレーアセンブリ28から外方へ向けられる。一方受信(第4図)時には、ビームが受信アレーアセンブリ38に向けられ、信号流れが $n'$ 個の受信サブアレー40から $m'$ 個のチャンネルレシーバー(図示せず)に流れる。

第3図に示すように、最大 $m$ 個の希望する数の信号が送信アレーアセンブリ28から伝送され、チャンネル54によつてビーム形成手段56に伝えられる。例えば、チャンネル54を経由して伝送される信号の各々は、そこで $n$ 方向で $n$ 個のサブ信号に分割され、予定された位相調整は、位相

シフト手段114(i, j)を経由してサブ信号の各々に分ち与えられる。そのあと、このサブ信号はマトリクス相互連結手段110を横断して伝えられる。このような位相調整は、これらの伝送ビームに直接関連して行われ、これらのビームに様々な送信サブアレー32が同時的に且つ選択的に寄与することになる。

従つて、分割／整相ネットワーク106の出力は概して一様ではない。即ち、位相シフト手段114(i, j)によつて分ち与えられる位相値は各分割／整相ネットワーク106内で変化し、一つの分割／整相ネットワーク106からもう一つのそれへと変化する。

分割／整相ネットワーク106の各々からのサブ信号は、n個もの加重／組合せネットワーク108の中の対応ネットワークに伝えられる。第3図の例において、加重／組合せネットワーク108の任意の一つによつて受信されたサブ信号の各々は、加重手段116(i, j)によつて加重され、次にこれらのサブ信号は、組合せ回路118

によつて組合せられ、最大m個のビーム形成サブ信号を有するビーム形成信号を形成し、ライン60を経由して第一冗長性切換えネットワーク58へ伝送される。このビーム形成信号は、増幅器63に伝送され、この増幅器はビーム形成信号を送信アレーアセンブリ28からの伝送用に受入れられるレベルに高める。一般に、n個のビーム形成信号は、ビーム形成手段56によつて発生させられることが可能である。

前述したように、構成部品の最小化は増幅器63をビーム形成手段56の“下流”側に配置することによつて達成される。更にまた出力がビーム形成時に分散されるので、増幅器63の“下流”側配置は、全システムの出力消費を最小に抑えている。勿論このことは、衛星応用時にとつて極めて重要なことである。

増幅された信号は、帯域フィルタ72で濾波されて伝送が希望の帯域幅内で実施され、S-帯域幅であることを保証する。次に濾波された信号の各々は送信サブアレー32の一つに伝送される。

送信アレーアセンブリ28によつて生じる全輻射パターンは、最大m個のビームを発生させ、二つ又はそれ以上の送信サブアレー32の、任意の一つ又はそれ以上の輻射パターンの組合せから生じることが可能である。分割／整相ネットワーク106並びに加重／組合せネットワーク108の操作により、送信サブアレー32の各々によつて発生される輻射パターンの各々は、最大m個の異なる位相ならびにm個の異なる対応振幅を有することが出来る。送信サブアレー32からの輻射パターンが組合せられて全輻射パターンを形成するので、最大m個の位相と最大m個の振幅を有する最大m個のビームが形成される。

操作に関する上記の理論を念頭におくと、発生するビームの任意の一つの位相並びに／あるいは振幅は、ビーム形成手段56で処理されるサブ信号の任意のもう一つの位相並びに／あるいは重みを調整するだけで変更することができる。もつと明確にいうと、上に述べたとおり、ビームの一つ又はそれ以上の位相並びに振幅を効果的に選定す

ることができる。

第1図の例を引用すると、位相並びに／あるいは振幅調整の上記概念をもつと十分に理解することが可能である。第1図では8つのビームが示され、米国全体に送信されている。ある状況下では、8ビームの一つ又はそれ以上の地理的有効範囲並びに／あるいは振幅を輻射の位相並びに／あるいは振幅を調整することによつて調整し、その輻射は寄与する送信サブアレー32の一つ又はそれ以上によつて供給されることが望ましいことがある。例えば経済的考慮は、より強烈なビームが例えば南東方向よりも北東方向へ送られることを要求することがある。これはチャネル54に供給される信号の相対出力を制御することによつて達成することができるけれども、サブ信号の適切な加重によつても、望ましい結果を得ることができる。もう一つの例では、ビームの指向性を調整することが望ましいことがある。これは広範囲に亘つて、サブ信号の選択的分割並びに／あるいは整相によつて適切に実現されることが可能である。



第4図を引用すると、受信システム52が送信システム50と逆の関係で操作されることが十分理解される。即ち、受信サブアレー40で受信した輻射は、最大 $n'$ 個の信号の形でポート102から入り、最大 $n'$ 個の信号を帯域フィルタ98及び増幅器86で夫々濾波および増幅した後、ビーム形成手段80へ伝送される。

第4図、第6図及び第7図に示すように、受信の場合、分割操作は、組合せ回路118の使用によつて実施され、組合せ操作は、分割回路112によつて実施されることは当然である。組合せ回路118により発展したサブ信号の位相並びに重みを調整する機能は、ビームの地理的有効範囲ならびに振幅の制御が主要な関心事である送信モードにとつては、さほど重要なことではない。その上、受信の場合、 $m'$ 信号はチャンネル81で入力されるよりもむしろ出力される。

第8図に示すアンテナ10のもう一つの好適な実施例において、送受信は単一の送信／受信システム122で実施される。送信／受信システム

122は、多くの場合、構造や操作の点で送信システム50ならびに受信システム52と類似している。従つて、送信／受信システム122に共通する素子は、送信システム50ならびに受信システム52と同じ符号にサフィックス“a”を付加して表示されている。

第8図に図示したとおり、チャンネル54a及び81aは、第一サーキュレータ手段126ならびにチャンネル128によつてビーム形成手段124と相互に連結されている。ビーム形成手段124は、ビーム形成手段56またはビーム形成手段80のいずれかと同じ構造を有しており、また第一サーキュレータ手段126は、循環装置またはデプレクシング装置である。第二サーキュレータ手段130は、循環装置またはデプレクシング装置であるが、ライン132を経由してビーム形成手段124と相互に連結されている。ライン60a並びに84aは、夫々第一冗長性切換えネットワーク58a並びに82aを第二サーキュレータ手段130に相互に連結している。

送信側では、第一冗長性切換えネットワーク58aは、ライン61aを経由してリニアライザ62aと相互に連結されており、増幅器63aは、ライン64aを経由してリニアライザ62aと相互に連結されている。第二冗長性切換えネットワーク66aは、ライン68aを介して増幅器63aと相互に連結されており、出力ライン132は、デプレクサー手段136を経由して送信／受信サブアレー134に相互に連結されている。

サーキュレータ手段をデプレクサー手段136にかえて使用することが出来る。然し乍ら、デプレクサー手段136を使用する方が好ましいときがある。その理由は、サーキュレータ・デプレクサーと対比して、手段136の方が相対的に軽量であり、帯域濾波作用を有することによる。然し乍ら、送受信が同じ周波数で実施される場合には、デプレクシング手段134を使用することが出来ない。その結果、同じ周波数で送受信を要する状態においては、サーキュレータ並びにフィルターを含む代りの手段が必要となる。

受信側では、入力ライン138は、第二冗長性切換えネットワーク92aと送信／受信サブアレー134をデプレクサー手段136を経由して相互に連結している。増幅器86aは、ライン94aを経由して第二冗長性切換えネットワーク92aと相互に連結されている。一方、ライン88aは、増幅器86aと第一冗長性切換えネットワーク82aを相互に連結している。

操作上では、送信／受信システム122（第8図）は、 $m$ 個もの信号が送信／受信ビーム形成手段124から送信／受信サブアレー134に伝送されるとき、送信システム50と同じ方法で操作される。他方、送信／受信システム122は、送信／受信サブアレー134で受信されたビームが送信／受信ビーム形成手段124に伝送されるとき、受信システム52と同じ方法で操作される。

前述したとおり、ここに開示された概念から逸脱することなく、変更が本発明になされることがあることは技術上の熟練者には容易に理解されるところである。このような変更改正はクレーム自

体の言葉によつて明確にそうでないことが述べられていない限り、クレームに含まれるものと考えられるべきである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明を具体化し、衛星に搭載したアンテナ付き衛星の透視図であり、地球の部分図が多重ビームを円で示し概略的に表示する。

第2図はアンテナ搭載の衛星の透視図、

第3図はアンテナ用送信システムの概略図、

第4図はアンテナ用受信システムの概略図、

第5図はアンテナに送受信をもたらすために使用されるビーム形成マトリックスの透視図、

第6図は第5図のビーム形成マトリックスの分割／整相回路の部分概略図、

第7図は第5図のビーム形成マトリックスの加重／組合せ回路の部分概略図、

第8図はアンテナのもう一つの好適な実施例で使われる送信／受信システムを示す概略図である。

10 …… 多重ビーム平面アレーアンテナ

12 …… 通信衛星 14 …… 本体

112 …… 分割回路

114 …… 位相シフト手段

116 …… 出力加重手段

118 …… 組合せ回路

122 …… 送信／受信システム

124 …… 送信／受信ビーム形成手段

134 …… 送信／受信サブアレー

特許出願人 ボール コーポレイション  
代理人 弁理士 鈴木 昌明 (外2名)

16 …… ブースター 18 …… ソーラーパネル

20 …… 送信パネル 22 …… 受信パネル

28 …… 送信アンテナアレー

32 …… 送信サブアレー

40 …… 受信サブアレー

50 …… 送信アンテナシステム

52 …… 受信アンテナシステム

56 …… ビーム形成手段

58 …… 第一冗長性切換えネットワーク

62 …… リニアライザ 63 …… 増幅器

66 …… 第二冗長性切換えネットワーク

72 …… 帯域フィルタ

80 …… ビーム形成手段 81 …… 受信ライン

82 …… 第一冗長性切換えネットワーク

86 …… 増幅器

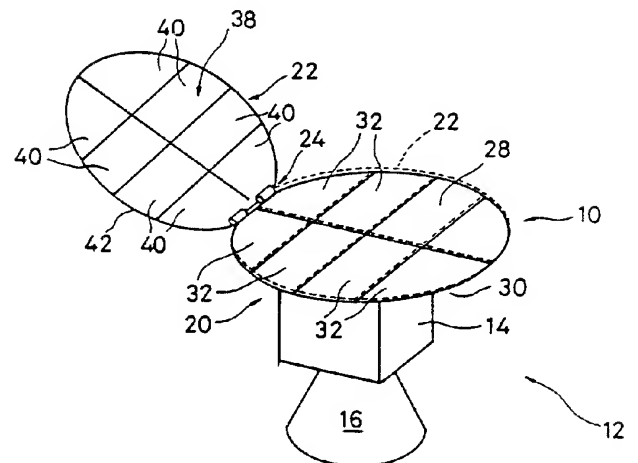
92 …… 第二冗長性切換えネットワーク

98 …… 帯域フィルタ

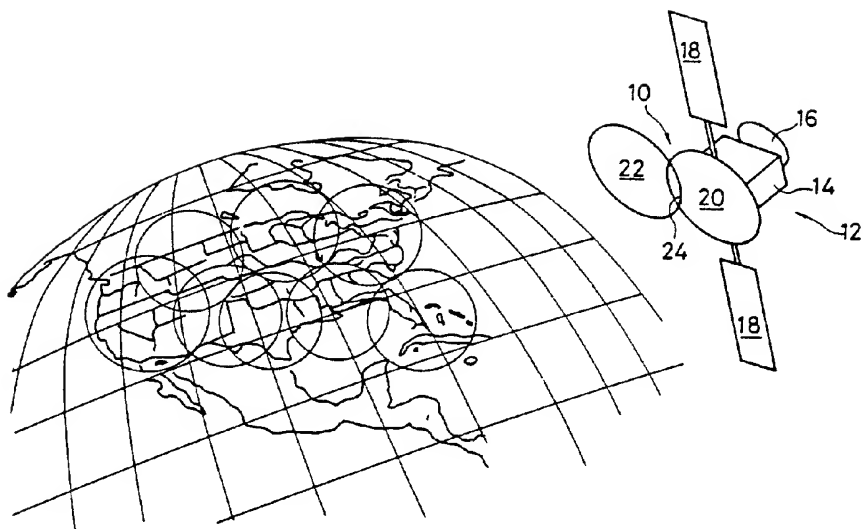
106 …… 分割／整相ネットワーク

108 …… 加重／組合せネットワーク

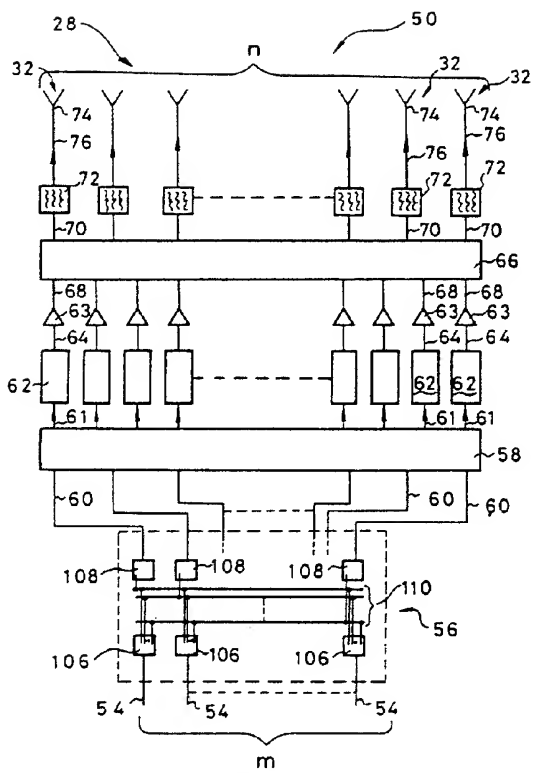
110 …… マトリックス相互連結手段



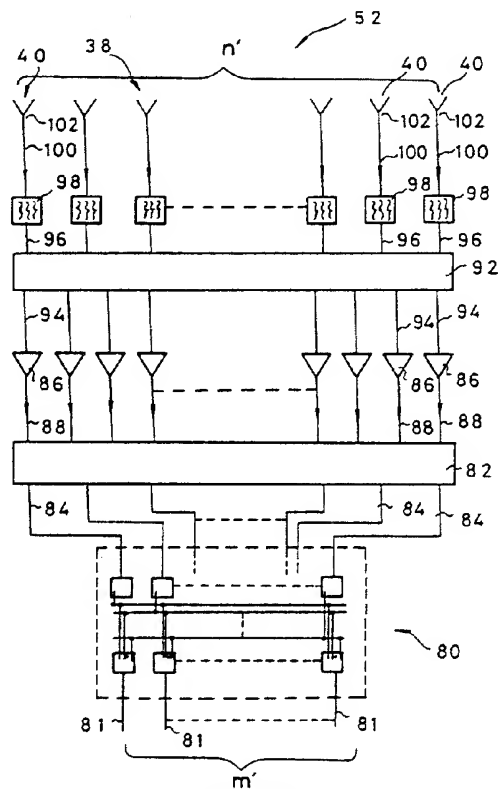
第2図



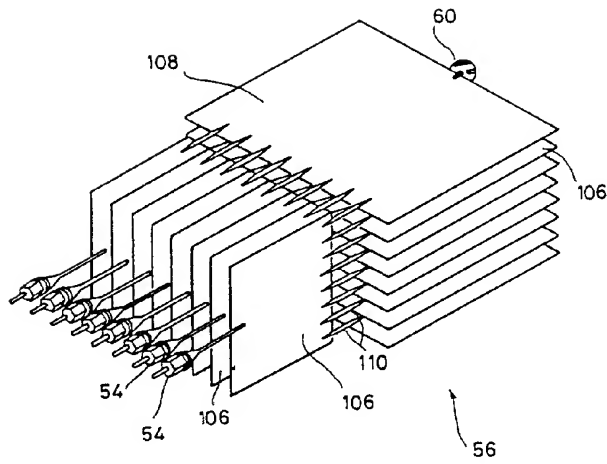
第 1 図



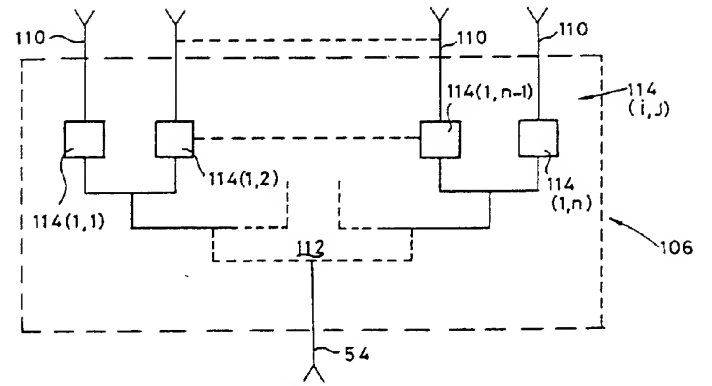
第 3 図



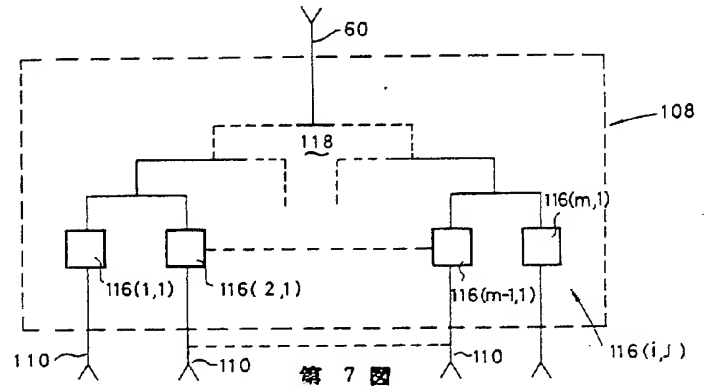
第 4 図



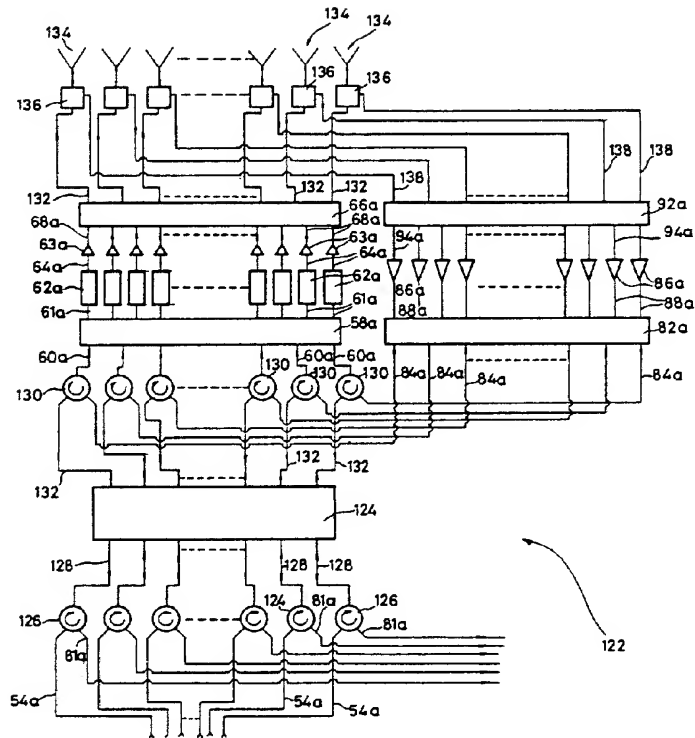
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図